



Índices de agregação e de carbono orgânico no solo em áreas de 3º e 6º corte mecanizado de cana no Cerrado⁽¹⁾

Alyne Dantas Mendes de Paula⁽²⁾; **Diego Tolentino de Lima**⁽²⁾; **José Luiz Rodrigues Torres**⁽³⁾; **Gabrielly Isaac Rodrigues**⁽²⁾; **Ernane Miranda Lemes**⁽²⁾; **Dinamar Márcia Da Silva Vieira**⁽⁴⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos da FAPEMIG e CAPES.

⁽²⁾Engenheiro(a) Agrônomo(a), estudante do Programa de Pós-Graduação em Agronomia na Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Instituto de Ciências Agrárias - ICIAG, Uberlândia-MG, alyne_agroufu@hotmail.com; ⁽³⁾Professor Titular, Doutor em Produção Vegetal do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberaba; ⁽⁵⁾Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo IFTM.

RESUMO – O intenso tráfico de máquinas nas áreas de colheita mecanizada da cana-de-açúcar tem provocado alterações tanto na estabilidade dos seus agregados quanto nas quantidades de carbono orgânico do solo. Nesse estudo avaliou-se a estabilidade dos agregados estáveis em água e sua relação com teores e estoque de carbono orgânico em área de cana de 3º e 6º corte. Com delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 6x2 (profundidade x corte): 0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30; 0,30-0,40; 0,40-0,50 e 0,50-0,60 m, com 4 repetições. Determinou-se os índices de estabilidade dos agregados: diâmetro médio ponderado (DMP) e geométrico (DMG), índice de estabilidade de agregados (IEA) e índice de agregados com diâmetro superior a 2 mm (AGRI) e o estoque de carbono. O ano de corte influenciou tanto nos índices dos agregados, DMP, DMG, IEA e AGRI quanto nos teores e EstC do solo. Os índices foram maiores no 3º corte e os teores e EstC foram maiores no 6º corte. Com relação à profundidade, os maiores valores tanto dos índices quanto dos teores de carbono foram encontrados nas camadas mais superficiais, 0,0 a 0,20 m.

Termos de indexação: Alterações físicas e químicas. Atributos físicos do solo. Cana-de-açúcar.

INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais é o segundo em produção e área plantada no país, que é a principal matéria prima para produção de açúcar e o álcool, que são consumidos em grande escala no país. As várias técnicas de manejo da cultura da cana estão baseadas no vigoroso revolvimento do solo devido ao preparo e plantio, que somados ao sistema de colheita tem causado alterações nos atributos físicos, químicos e nos níveis de matéria orgânica do solo (Vasconcelos et al., 2010).

Estas alterações ocorrem, dentre outras, na estabilidade dos agregados, nos teores de carbono orgânico e nos estoques de carbono do solo.

A agregação do solo tem grande importância para produção agrícola, uma vez que está

relacionado com a aeração, desenvolvimento radicular, suprimento de nutrientes, resistência mecânica à penetração e armazenamento de água (Maria et al., 2007).

Nas áreas cultivadas com cana-de-açúcar tem-se observado diferenças significativas em seu estoque de carbono do solo, que podem ser atribuídas tanto aos diferentes manejos empregados quanto ao tempo em que a mudança do uso da terra ocorreu. A adoção do manejo adequado do solo melhora sua estrutura física e fertilidade, reduzindo assim emissões de CO₂ devido ao maior acúmulo de material vegetal sob o solo, conseqüentemente, eleva a produtividade das plantas (Belzário, 2008).

Diante deste contexto o estudo avaliou a estabilidade dos agregados utilizando alguns índices que auxiliam na avaliação da agregação do solo e do carbono existente no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado numa área de cana com três e seis cortes localizada nas proximidades IFTM Campus Uberaba. Na região predomina o Latossolo Vermelho distrófico, textura média, apresentando na camada de 0,0-0,20 m, 210 g kg⁻¹ de argila, 710 g kg⁻¹ de areia e 80 g kg⁻¹ de silte.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com uma análise fatorial 6x2, seis profundidades: 0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30; 0,30-0,40; 0,40-0,50 e 0,50-0,60 m, duas áreas, uma com cana de 3º corte e outra com 6º corte, e outra análise fatorial 6x2x4 incluindo também o teor de carbono orgânico nos diferentes tamanhos de agregados, com 4 repetições. Cada parcela foi composta de 10 linhas de cana cultivadas em espaçamento de 1,50 m entre linhas, com 50 metros de comprimento (15 X 50 m), perfazendo um total de 750 m² por parcela.

A estabilidade dos agregados estáveis em água foi avaliada pelo método da Embrapa (1997), e a determinação do teor de carbono orgânico total (COT) nas frações (Benites et al., 2003).

A partir dos valores de massa dos agregados



foram calculados os índices de diâmetro médio ponderado (DMP) e geométrico (DMG), índice de estabilidade de agregados (IEA) e índice de agregados com diâmetro superior a 2 mm (AGRI), através das equações:

$$DMP = \sum (x_i \cdot w_i) \quad (1)$$

Em que x_i é o diâmetro médio das classes (mm) e w_i é a proporção de cada classe em relação ao total (Wendling et al., 2005)..

$$DMG = \exp \left\{ \frac{\sum [\ln [x_i] \cdot [p_i]]}{\sum [p_i]} \right\} \quad (2)$$

Em que $\ln[x_i]$ é o logaritmo natural do diâmetro médio das classes e p_i é o peso (g) retido em cada peneira (Demarchi et al., 2011).

$$IEA = \left\{ \frac{P.A. - w_{p < 0,25}}{P.A.} \right\} \cdot 100 \quad (3)$$

Em que PA = Peso da amostra; $w_{p < 0,25}$ corresponde ao peso dos agregados da classe <0,25 mm, dado em gramas (Demarchi et al., 2011).

$$AGRI = w_{i > 2} \times 100 \quad (4)$$

Em que $w_{i > 2}$ representa a proporção de agregados >2 mm, segundo Wendling et al. (2005).

Para o cálculo do estoque de carbono foi utilizado o teor de COT e a densidade do solo (DS), que foi obtida por meio do método do anel volumétrico, segundo Camargo, et al (1986), através da equação:

$$EstC = Teor C \times DS \times C \quad (5)$$

Onde: EstC é o estoque de carbono (em t ha⁻¹ de C); Teor de C é o teor de carbono (g kg⁻¹); DS é a densidade do solo (kg dm⁻¹), e E é a espessura (cm), segundo Rangeli & Silva (2007).

Para avaliar o carbono orgânico total utilizou-se um fatorial triplo, sendo: cortes (3º e 6º ano) x profundidade (0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30; 0,30-0,40; 0,40-0,50 e 0,50-0,60 m) x peneiras (2,00; 1,00; 05,0 e 0,25 mm).

Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta entre as duas áreas, e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os resultados obtidos foi observado efeito significativo da profundidade e ano de corte para as variáveis analisadas e interação significativa ano de corte x profundidade para os índices IEA e DMG.

Analisando profundidade para o 3º corte o IEA é maior na camada de 0 a 0,20 m e para área de 6º corte o IEA foi maior na camada de 0 a 0,10 m. Comparando os dois anos de cortes, para todas profundidades o índice IEA foi maior na área de 3º corte. Com relação ao índice DMG para a área de 3º corte os maiores valores foram observados na profundidade de 0 a 0,10 m. Para a área de 6º corte não teve diferença (P<0,05) entre as profundidades.

Comparando os anos de cortes teve o mesmo comportamento do índice IEA, em todas profundidades a área de 3º corte teve os maiores valores em relação à área de 6º corte. (**Tabela 1**).

Para os índices AGRI e DMP independente do ano do corte os maiores valores ficaram na camada de 0 a 0,10 m. Com relação ao ano de corte, independente da profundidade para os dois índices, os maiores valores foram observados na área de 3º corte, comparada à área de 6º corte. Para o Estoque de Carbono (EstC) independente do corte os maiores valores foram encontrados nas profundidades de 0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m, e independente da profundidade o EstC foi maior na área de 6º comparado a de 3º corte. (**Tabela 1**).

Esses índices maiores nas camadas mais superficiais do solo são justificados devido à maior quantidade de carbono orgânico também presente nessa região. Rozane et al (2010) encontram os maiores valores de DMG e de DMP na camada de 0-10, seguida da camada de 10-20 cm, pois nessas camadas foram encontrados os maiores valores de carbono orgânico.

Demarchi et al. (2011) estudando a estabilidade de agregados de solos de São Paulo sob diferentes tipos de uso e ocupação verificou que sob o cultivo de cana-de-açúcar 55% dos seus agregados possuíam diâmetro inferior a 0,25 mm devido ao reduzido teor de matéria orgânica e ao manejo adotado. Os valores para DMP, DMG, IAE e AGRI foram 1,62; 0,60; 64,64 e 25,84, respectivamente, valores próximos aos encontrados neste trabalho.

Ao se comparar os anos de corte observa-se que com o passar do tempo a agregação do solo diminui decorrente do tráfego de máquinas agrícolas na área por isso que os índices são maiores na área de 3º corte comparado à de 6º corte, mesmo o estoque de carbono dando um resultado oposto a isto, pois além da quantidade de carbono outros fatores influenciam nesses índices e atributos físicos.

O tempo de cultivo de cana, o número de cortes e o sistema de colheita interferem na agregação, DMP e DMG do solo. Centurion et al. (2007) compararam áreas de cana planta, cana de segundo e de quarto corte e observaram que o tempo de cultivo da cana-de-açúcar interferiu na estrutura do solo, reduzindo a agregação e o DMP.

Com relação ao EstC, este foi maior na área de 6º corte, devido ao acúmulo de matéria orgânica ocorrido com o passar dos anos, decorrente da alta quantidade de palhada produzida pela cultura que fica depositada sobre o solo, que também contribui para esse aumento no estoque de carbono.

Para a variável COT observou-se que houve interação significativa entre as peneiras e cortes, sendo que quanto maior essa peneira, mais estável



é o agregado. Para o 3º corte a maior quantidade de carbono orgânico foi encontrada na peneira de 2,0 mm, e para a área de 6º corte os maiores valores nas peneiras de 1,0 e 2,0 mm. Comparando os cortes, para as peneiras 1,0 e 2,0 mm os maiores valores de carbono orgânico foram encontrados na área de 6º corte, nas demais peneiras não teve diferença significativa. Já no fatorial profundidade x corte não houve diferença significativa. Foi observado que, independente do ano de corte, os maiores valores de COT foi encontrado nas menores profundidades (0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m), como já havia sido observado no EstC. (**Tabela 2**).

Loss et al. (2010) observaram nas profundidades de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m maiores valores de carbono nas frações húmicas da matéria orgânica do solo, o que favorecem a formação dos agregados do solo, culminando em agregados de maior tamanho e, conseqüentemente, maiores valores de DMP e DMG, sendo que isto ocorre principalmente nas camadas mais superficiais do solo.

Chaves e Farias (2008) ao estudarem o EstC em área de cana, observaram maiores valores na camada 0-0,30 m em relação de 0,30-0,60 e 0,60-0,90 m. Relacionaram essa distribuição aos teores de carbono orgânico, que acompanharam essa redução com o aumento da profundidade do solo, atribuíram os maiores teores e EstC na camada superficial à deposição da palha da cana na superfície do solo após colheita mecanizada e de compostos orgânicos oriundos da decomposição desses resíduos na superfície do solo.

CONCLUSÕES

O ano de corte influenciou tanto nos índices dos agregados, DMP, DMG, IEA e AGRI quanto nos teores e EstC do solo. Os índices foram maiores no 3º corte e os teores e EstC foram maiores no 6º corte. Com relação à profundidade, os maiores valores tanto dos índices quanto dos teores de carbono foram encontrados nas camadas mais superficiais, 0,0 a 0,20 m.

REFERÊNCIAS

BELZÁRIO, M.H. Mudança no estoque de carbono devido ao uso da terra no sudoeste da Amazônia. 2008. 96 f. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) – ESALQ - Piracicaba, 2008.

BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. Extração e Fracionamento Quantitativo de Substâncias Húmicas do Solo: um Procedimento Simplificado de Baixo Custo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 7p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 16)

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, L.A. e VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do IAC, 1986. 93 p. (Boletim técnico, 106).

CENTURION, J.F. et al. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolo Vermelho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 31: 199-209, 2007.

CHAVES, L.H.G.; FARIAS, C.H.A. Variabilidade espacial do estoque de carbono nos Tabuleiros Costeiros da Paraíba: Solo cultivado com cana. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 3: 20-25, 2008.

DEMARCHI, J.C.; PERUSI, M.C.; PIROLI, E.L. Análise da estabilidade de agregados de solos da microbacia do Ribeirão São Domingos, Santa Cruz do Rio Pardo-SP, sob diferentes tipos de uso e ocupação. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, 4: 07-29, 2011.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2ª ed. SPI, Brasília, 1997. 212p. (Solos, Doc. 1).

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Quantificação do carbono das substâncias húmicas em diferentes sistemas de uso do solo e épocas de avaliação. Bragantia, Campinas, 69: 913-922, 2010.

MARIA, I. C.; KOCSSI, M. A.; DECHEN, S. C. F. Agregação do solo em área que recebeu lodo de esgoto. Bragantia, 66: 291-298, 2007.

RANGELI, O.J.P. e SILVA, C.A. Estoques de carbono e nitrogênio nas frações orgânicas de latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 31: 1609-1623, 2007.

ROZANE, D. E.; CENTURION, J. F.; ROMUALDO, L. M.; TANIGUCHI, C. A. K.; TRABUCO, M.; ALVES, A. U. Estoque de carbono e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho distrófico, sob diferentes manejos. Bioscience Journal, 26: 24-32, 2010.

VASCONCELOS, R. F. B.; CANTALICE, J.R.B.; OLIVEIRA, V.S.; COSTA, Y.D.J.; CAVALCANTE, D.M. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de Tabuleiros Costeiro sob

diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana. Revista Br. de Ciência do Solo, 34: 309-316, 2010.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E.S. & NEVES, J.C.L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sobdiferentes manejos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 40: 487-494 2005.

Tabela 1. Índices de estabilidade de agregados (IEA, DMG, AGRI, DMP) e estoque de carbono do solo nas profundidades de 0,00 a 0,60 m, em solo cultivado com cana de 3º e 6º corte. Uberaba-MG, 2014.

Índice	Ano de corte	Profundidade (m)					
		0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,40-0,50	0,50-0,60
IEA	3º	77,53 Aa	75,60 Aab	67,70 Abc	67,61 Abc	66,12 Ac	65,99 Ac
	6º	50,62 Ba	39,64 Bb	39,18 Bb	38,96 Bb	40,72 Bb	47,48 Bab
DMG	3º	0,54 Aa	0,45 Ab	0,38 Ab	0,39 Ab	0,36 Ab	0,38 Ab
	6º	0,28 Ba	0,21 Ba	0,21 Ba	0,21 Ba	0,23 Ba	0,27 Ba
AGRI	Independente	9,94 a	5,18 b	3,79 b	3,97 b	5,24 b	5,47 b
DMP	Independente	0,69 a	0,52 b	0,45 b	0,47 b	0,50 b	0,55 b
EC	Independente	23,71 a	20,77 ab	19,07 bc	17,51 cbd	16,18 cd	14,28 d
Índice		3º corte			6º corte		
AGRI		8,66 a			2,54 b		
DMP		0,69 a			0,37 b		
EC		16,21 b			20,96 a		

¹Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Tabela 2. Médias do carbono orgânico total do solo nas profundidades de 0,00 a 0,60 m, em solo cultivado com cana de 3º e 6º corte. Uberaba-MG, 2014.

Ano de corte	Peneira (mm)					
	0,25	0,50	1,00	2,00		
3º	1,17 Ac	1,44 Abc	1,80 Bab	2,07 Ba		
6º	1,18 Ac	1,72 Ab	2,57 Aa	2,91 Aa		
Independente	Profundidade (m)					
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,40-0,50	0,50-0,60
	2,37 a	2,08 ab	1,91 bc	1,75 bcd	1,62 cd	1,43 d

¹Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.